

Qualificação do Conforto Térmico, Percepção dos Discentes e Soluções Passivas para Redução do Consumo de Energia Elétrica em Escola Pública no Interior da Bahia.

Juliana Fernandes Machado, Daniel Barbosa, Paulo
Sérgio Rodrigues de Araújo
Mestrado em Energia
UNIFACS
Salvador, BA, Brasil
m.a.julianamachado@gmail.com

Renata da Silva Freire
Graduação Engenharia Mecânica
Estácio-FIB
Salvador, BA, Brasil
renata.freire12@gmail.com

Resumo—As escolas públicas no Brasil comumente são projetadas e construídas desconsiderando-se o aproveitamento de recursos naturais como percurso de insolação e direção dos ventos, aspectos imprescindíveis aos usuários no desempenho de atividade, tanto pelo desconforto térmico quanto pela restrição de luminosidade natural. Neste trabalho qualificou-se o conforto térmico e a percepção dos usuários numa escola pública municipal no interior da Bahia, objetivando-se a proposição de melhoria de ambiência e eficiência energética. Procedeu-se medições da temperatura e umidade relativa do ar em duas salas de aula, em três horários distintos. O questionário elaborado foi aplicado a 115 estudantes buscando-se a percepção destes quanto ao conforto térmico. Observou-se nas condições experimentais *in situ*, que as salas avaliadas apresentaram condições deficitárias tanto nas mensurações quanto na percepção de desconforto térmico. Preconiza-se a demanda aos projetos arquitetônicos, execução ou reforma construtiva, que se considere a orientação geográfica e *design*, aproveitando-se a iluminação e ventilação natural, incrementando a saúde ambiental, o rendimento escolar e a eficiência energética.

Palavras-chave—Conforto térmico, Eficiência energética, Escolas públicas.

I. INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental é uma necessidade dos seres humanos ao funcionamento adequado do organismo e desenvolvimento de atividades inerentes, proporcionando diferença de qualidade, exequibilidade e produtividade. O conforto ambiental de uma sala de aula promove melhoria do desempenho nas atividades de ensino, aprendizagem e de saúde.

Nesse contexto, onde o rendimento na execução das atividades depende da ambiência adequada, as edificações públicas escolares tem sido alvo de preocupação com relação ao conforto ambiental, visto que estas normalmente

apresentam condições estruturais impróprias, destacando-se o conforto higrotérmico e de ventilação, salas de aula (quentes e abafadas ou excessivamente frias) diminuem a atenção e vigilância, afetando negativamente a memória e concentração, consequentemente limitam a produtividade, interferindo diretamente no rendimento dos estudantes e professores [1]-[2]. Os gestores recorrem às medidas artificiais de conforto térmico, aumentando o consumo de energia elétrica.

As edificações são responsáveis por grande parte do consumo da energia produzida mundialmente. Os sistemas de iluminação e o condicionamento de ar consomem parcela considerável da energia elétrica das edificações dos diversos setores, residencial, público e comercial, cuja participação no consumo total de energia elétrica é significativa, sobrecarregando o sistema elétrico brasileiro [3].

Dessa forma, a utilização da arquitetura bioclimática, fundamentada nos conceitos da qualidade de ambiência, que adota estratégias passivas ao conforto térmico, ventilação cruzada e sombreamento adequado, adequadas ao usuário e com eficiência energética [4]-[8]. Nas estações mais quentes, a ventilação natural reduz (60 - 65%) consumos associados ao condicionamento de ar em relação a ventilação unilateral diurna ou ventilação cruzada. Planejar o padrão de ocupação e condições climáticas locais são fatores essenciais à modelação dos mecanismos e processos de ventilação natural [8].

Neste trabalho avaliou-se o conforto térmico e a percepção dos usuários numa escola pública municipal no interior da Bahia, como suporte a propostas de alternativas à melhoria do conforto térmico em conjunto com ações de eficiência energética do edifício.

II - CARACTERIZAÇÃO BIOCLIMÁTICA MUNICIPAL

O zoneamento bioclimático, por sua vez, consiste na divisão do território brasileiro em oito zonas climáticas com o objetivo de realizar recomendações estratégicas para o condicionamento térmico passivo, de acordo com a NBR 15220-3 [9]. O Município onde se encontra a escola avaliada está localizado na zona Bioclimática número 8 (oito) (Fig. 1).

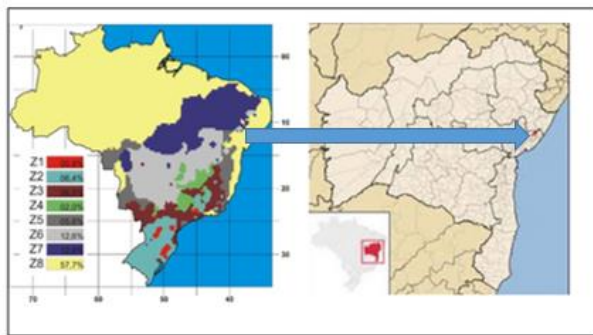


Figura 1. Localização municipal na Zona Bioclimática brasileira número 8.

Zona caracterizada pela ventilação, ou seja, a depender do processo construtivo da edificação, a ventilação cruzada pode ser uma importante estratégia de condicionamento térmico passivo, melhorando assim a eficiência energética do edifício, e consequentemente a redução no consumo de energia elétrica para condicionamento artificial [9].

Segundo o IBGE [10], este município está inserido no bioma mata atlântica que possui clima quente úmido, o que favorece o desconforto térmico, devido as altas temperaturas e índices de umidade que dificultam as trocas de calor entre o organismo e ar, sendo necessário um condicionamento de ar eficiente.

II.

ESCOLA AVALIADA

A escolha desta escola foi decorrente de análise prévia e sugestão da Prefeitura, para possível subsidiar o planejamento da reforma, com benesses aos usuários quanto a qualidade de ambiência e bem-estar associados à eficiência energética.

A unidade escolar avaliada nesse estudo, se situa em área residencial, no bairro central em município do interior da Bahia, é constituída por pavimento único construído em alvenaria de tijolos (seis furos) e telhado de telhas de cerâmica e algumas salas apresentam forro dede PVC Fig. 2.



Figura 2- Localização das salas de aula “A” e “B” na unidade escolar analisada.

A escola possui 20 salas de aulas com orientação geográfica diversificada. Foram escolhidas aleatoriamente duas salas de aulas (A e B) distintas (pintura, forro, janelas e incidência de luz solar) à realização das mensurações: a) temperatura e umidade relativa do ar, para avaliar o conforto ambiental; b) temperatura das superfícies da sala, para verificar a eficiência do sistema construtivo em isolar o calor externo para dentro das salas de aula.

A sala de aula “A”, localiza-se mais ao sul do colégio, utilizada pelos estudantes do 6º ano (matutino e vespertino), com paredes brancas, cobertura de telhas de cerâmica, janela de esquadria de alumínio com grade numa das paredes laterais e piso cinza escuro (Fig. 3).



Figura 3. Sala de aula “A” na unidade escolar analisada.

A sala de aula “B” (parte norte do Colégio), utilizada pelos discentes do 7º ano (matutino e vespertino), está pintada em sua maior parte de cinza escuro e parte menor de branco, tendo uma das paredes laterais compostas por cobogó (elemento vazado, de cerâmica ou de cimento, utilizado na construção de paredes perfuradas, para permitir a entrada de luz e claridade) voltado para um muro e com janelas do tipo basculante. O forro da sala é de PVC branco e o piso é bege (Fig. 4).



Figura 4. Sala de aula “B” na unidade escolar analisada.

III.

METODOLOGIA

A avaliação das duas salas de aula iniciou-se pela verificação da técnica construtiva e dos materiais de construção utilizados na escola, bem como, as cores das superfícies das salas, visto que esses fatores interferem na temperatura do ambiente e na eficiência da iluminação artificial.

Na sequência foram realizadas as medidas dos índices de temperaturas do ar (interno e externo) à sala de aula, paredes internas, teto e piso. Além disso, foi avaliada a umidade relativa do ar e a percepção dos alunos acerca do conforto térmico, conforme descrição na sequência.

A. Qualificação da temperatura e umidade relativa do ar nas salas de aula

O conforto térmico da sala de aula sofre influência da temperatura externa, dos materiais construtivos utilizados, da eficiência da ventilação natural, da umidade relativa do ar e do período do dia e do ano [4]. Devido a estes condicionantes e de modo a possibilitar uma comparação das salas, a qualificação da temperatura e da umidade relativa do ar foram realizadas por meio de medições no dia 16 de outubro de 2015 (primavera), em ambas as salas.

As medições da temperatura e umidade do ar foram realizadas com medidor multifunção IP-233 (Impac) devidamente calibrado. Já as medidas da temperatura das paredes, utilizou-se um termômetro infravermelho Ufree GM300 (CE), também calibrado. A Fig. 5 apresenta os equipamentos utilizados no levantamento de campo.



Figura 5. Aparelho medidor multifunção IP-233 (Impac) e termômetro infravermelho Ufree GM300 (CE).

As medidas foram realizadas em três diferentes horários (10h00; 12h30 e 15h00), nos intervalos das aulas, pois se encontravam vazias, não havendo interferências. Para avaliar o conforto ambiental os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram comparados com o diagrama do conforto térmico humano do INMET [11].

B. Percepção dos usuários

A percepção dos usuários foi verificada por meio de questionário compilado, constando oito questões objetivas (múltipla escolha), conforme modelo [12], sendo aplicado no dia 13 de outubro de 2015 com 115 estudantes, usuários das salas “A” e “B”, nos período matutino e vespertino, respectivamente.

As respostas obtidas foram tabuladas e analisadas estatisticamente adotando-se o *software* PSPP GNU (0.8.5) [13], sendo caracterizados por gênero, idade, série e turno de aulas, além de questões de percepção do conforto térmico como temperatura em sala de aula, ventilação natural, necessidade de utilizar ventiladores, uniforme escolar.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nessa seção são referentes às medições realizadas nas salas de aula estudadas e a análise

estatística dos questionários aplicados, sendo as ponderações e recomendações geradas a partir da confrontação dos dados obtidos nas duas fases.

A. Qualificação do conforto térmico

Nas condições de coleta experimental na sala “A”, verificou-se que o sistema construtivo apresentou desempenho térmico regular já que os materiais construtivos utilizados não são eficientes em dissipar o calor externo, pois as temperaturas do ar internas ($T_{ar\text{Interna}}$) são similares as externas ($T_{ar\text{Externa}}$), em todos os horários verificados, conforme Tab. I. Essa fato contribui para o desconforto térmico, ineficiência energética da escola e consequentemente aumento da demanda por energia elétrica.

TABELA I. MEDIDAS HIGROTÉRMICAS SALA “A”.

Horário	Medidas higrotérmicas Sala A						
	$T_{ar\text{Externa}}$	$T_{ar\text{Interna}}$	URar	TP_{quadro}	TPD_{quadro}	TPE_{quadro}	TP_{Fundo}
10:00h	36,2°C	36,1°C	50,70%	31,5°C	31,8°C	31,8°C	31,4°C
12:30h	39,8°C	39,1°C	49,60%	34,1°C	33,4°C	33,5°C	32,9°C
15:00h	34,1°C	32,6°C	48,50%	30,5°C	30,5°C	30,8°C	31,4°C

Nessa sala, ainda, verificou-se que a ventilação cruzada não é utilizada, o que impede a dissipação do calor de forma passiva, prejudicando a eficiência energética da escola, pois existe a necessidade da utilização de ventilação artificial ou condicionamento do ar aumentando, portanto, o consumo de energia elétrica.

Associado a isso, as temperaturas das paredes também irradiam calor para dentro das salas, o que aumenta a sensação de desconforto e a necessidade da utilização de sistemas de ventilação. As maiores temperaturas foram encontradas na parede esquerda do quadro (TPE_{quadro}), visto que essa parede recebe maior incidência solar no turno da manhã. A cobertura de telhas de cerâmica também contribui para o desconforto térmico da sala, já que a temperatura do teto (T_{teto}) alcançou 43,6 °C, no horário das 12h30.

Além disso, comparando os dados da temperatura interna do ar ($T_{ar\text{Interna}}$) e da Umidade relativa do ar (URar) com o diagrama de conforto térmico humano do INMET, percebe-se que nos horários de 10h00 e 12h30 foram considerados excessivamente quentes, necessitando urgentemente de intervenções na sala (Fig. 6). O horário das 15h30 necessita de vento para atingir o conforto, ressaltando-se que a sala possui apenas uma abertura de fachada e como a porta se encontra constantemente fechada, a ventilação cruzada é ineficiente, sendo necessária utilização de condicionamento térmico artificial, prejudicando a eficiência energética da escola.



Figura 6. Avaliação do Conforto térmico na sala de aula “A”.

Situação semelhante de desconforto térmico foi encontrada na sala “B” (Tab. II), verificando-se que as temperaturas internas e externas foram semelhantes. As paredes pintadas de cinza são um agravante, pois absorvem mais calor, aumentando a temperatura e causando desconforto. As maiores temperaturas foram encontradas na parede esquerda do quadro (TPE_{quadro}), pois a mesma recebe maior incidência de raios solares no turno vespertino.

TABELA II. MEDIDAS HIGROTÉRMICAS SALA “B”.

Horário	Medidas higrotérmicas Sala B						
	Tar _{Externa}	Tar _{Interna}	URar	TP _{quadro}	TPD _{quadro}	TPE _{quadro}	TP _{Fundo}
10:00h	36,2°C	36,1°C	50,70%	32,5°C	32,6°C	32,2°C	31,9°C
12:30h	39,8°C	38,7°C	49,60%	33,1°C	32,9°C	38,7°C	32,2°C
15:00h	34,1°C	34°C	48,50%	31,4°C	30,7°C	34,7°C	30,7°C

Ao se comparar as temperaturas e umidade relativa do ar, nos três horários, com o diagrama de conforto térmico humano a sala esteve em situação de desconforto em todos os horários analisados (muito quente), conforme a Fig. 7.



Figura 7. Avaliação do Conforto térmico na sala de aula “B”.

Diante dos resultados obtidos, constata-se que apesar da escola estar situada na zona bioclimática número 8, o que favorece a ventilação natural, como medida de condicionamento térmico passivo, presumidamente esse fato foi desconsiderado durante o projeto da escola, que se encontra em situação de desconforto térmico na primavera.

Desta forma, a utilização de mecanismos de ventilação artificial, ou condicionamento do ar, se fazem necessários para a garantia do desempenho na execução das atividades da escola, o que implica diretamente no consumo de energia elétrica e na eficiência energética da escola.

Ainda nesse contexto, à medida que a temperatura do meio se eleva, o organismo aumenta sua eliminação de calor por evaporação. Quanto maior a umidade relativa (UR), menor a eficiência da evaporação na remoção do calor e maior consequentemente a situação de desconforto. Elevados índices de UR são encontrados no município (meses mais quentes), contribuindo ao desconforto térmico encontrado. Para garantir índices satisfatórios de ventilação e consequente conforto, os gestores das escolas recorrem a ventilação artificial, aumentando o consumo energético do edifício. A utilização de ventilação cruzada eficiente poderia proporcionar conforto térmico e consequentemente melhorar a eficiência energética do edifício escolar através da redução das horas de climatização artificial.

B. Análise dos Resultados dos Questionários

A aplicação do questionário foi realizada em único dia, nas salas de aula “A” e “B”, constando 64 e 51 discentes nos turnos matutino e vespertino, respectivamente. Destes, 58 encontram-se no 6º ano e 57 no 7º ano, conforme a análise descritiva (Fig. 8).



Figura 8. Perfil de estudantes questionados sobre percepção do conforto térmico em sala de aula.

A análise dos dados de conforto térmico das salas demonstrou que as salas se encontram em situação de desconforto. Esta condição foi corroborada pela percepção dos estudantes, os quais perceberam (87,83%) a sala muito quente ou quente, independentemente de séries, onde ocorreu uma correlação significativa ($p=0,04$), (Fig 9) e gênero (Fig 10).

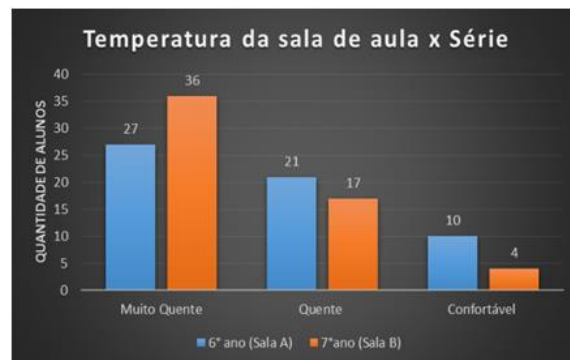


Figura 9. Percepção sobre a temperatura da sala em função da série dos estudantes.

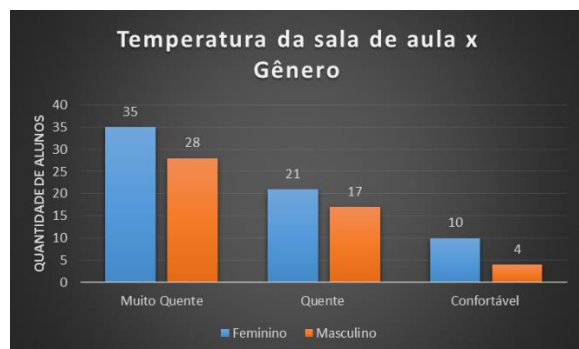


Figura 10. Percepção sobre a temperatura da sala de acordo com o gênero.

Os resultados encontrados nesse trabalho corroboram com outros relatos da literatura [14], numa pesquisa realizada em cinco escolas na Itália, onde a maioria dos estudantes (60%) queixou-se da temperatura interna em estações quentes. Em Goiás (BR) foi observada diferença marcante entre os dados técnicos e percepção os dados perceptivos dos usuários [12].

Com relação à ventilação natural, a maioria dos discentes considerou-a ineficiente (74,78%). Quando comparado a ventilação natural com a série estudada, houve uma correlação significativa ($p=0,01$) e notou-se que os alunos do 7º ano, sala “B”, que é a sala com os piores índices de desconforto, tiveram uma maior percepção da ineficiência da ventilação natural das salas (Fig. 11).

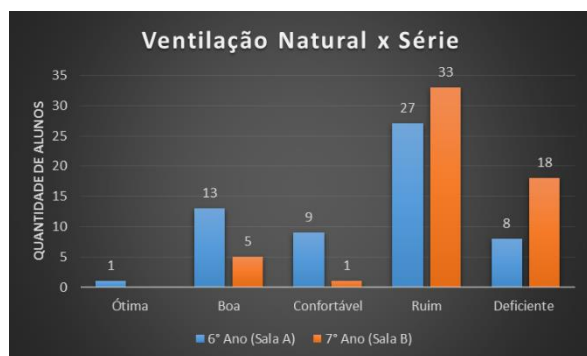


Figura 11. Percepção sobre a ventilação natural.

Ao se correlacionar a série com a necessidade de ventiladores, também foi encontrado resultado significativo ($p=0,03$), ou seja, a maioria dos alunos (93,91%) confirma a necessidade de utilização de ventiladores (Fig. 12). Este fato implica no aumento do consumo de energia elétrica e perda de eficiência energética da escola.

Em estudo realizado em Santa Catarina, com os docentes, todos os profissionais participantes afirmaram haver a necessidade de utilização de climatização artificial como condicionante ao conforto nos ambientes da escola [15].

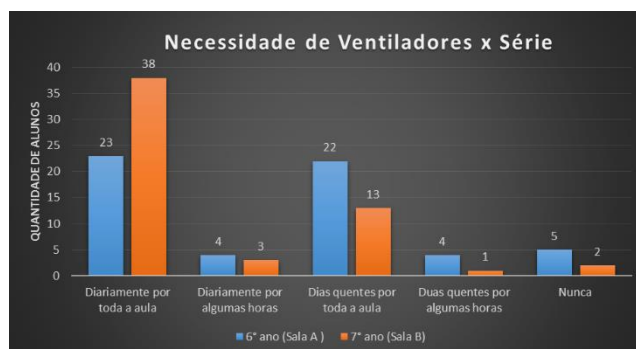


Figura 12. Percepção sobre a Necessidade de Ventiladores.

É factível que o condicionamento passivo poderá não ser suficiente durante as horas mais quentes, sendo necessária a ventilação artificial na zona bioclimática 8, conforme a NBR 15220-3 [9]. O agravamento da situação é decorrente da ventilação cruzada ineficiente nas duas salas, já que a sala “A” possui apenas uma abertura de janelas e a porta fica constantemente fechada devido aos ruídos do corredor, e a Sala “B”, apesar de possuir duas aberturas, o cobogó é voltado ao muro, o que dificulta a circulação do ar.

Caso a ventilação cruzada fosse eficaz, seriam necessárias menos horas de ventilação artificial, melhorando a eficiência energética da escola e reduzindo o consumo de energia elétrica e consequentemente a sobrecarga sobre o sistema elétrico nacional.

V. ESTRATÉGIAS DE MELHORIA DO CONFORTO TÉRMICO E DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ESCOLA

A eficiência energética de uma edificação está relacionada com a interação entre o projeto arquitetônico e os recursos naturais locais. Levar em consideração a insolação e a direção do vento é importante para o condicionamento passivo e a iluminação natural diminuindo assim o gasto energético da edificação e poupando o sistema nacional elétrico.

O conforto térmico e a eficiência energética possuem importância, relacionada a sustentabilidade, por possibilitar aos discentes melhores condições ambientais, principalmente, pelo fato de não haver a necessidade de recorrer a equipamentos e sistemas artificiais de climatização que demandem consumo energético [15].

Nesse contexto e após o levantamento de campo, algumas intervenções são necessárias para a melhoria das condições ambientais para os discentes, em acordo com as necessidades de cada sala.

Na sala de aula “A” é necessário aumentar a quantidade de aberturas, janelas, melhorando a circulação e renovação do ar. Apenas uma fachada apresenta aberturas. Para uma ventilação cruzada eficiente, o ambiente deve apresentar janelas opostas. Além disso, melhorar o sombreamento das janelas também promove melhoria no conforto térmico e consequência menor necessidade de climatização artificial.

A sala “B”, apesar de apresentar duas aberturas opostas, o fato do muro alto da escola se encontrar próximo ao cobogó dificulta a passagem do ar, além disso, as aberturas se encontram muito acima do nível dos alunos. A corrente de ar

deve passar pelo nível dos discentes retirando o ar aquecido e ampliando as trocas térmicas do seu corpo, melhorando, portanto, a sensação de conforto [5].

Outro aspecto importante é que a sala “B” apresenta pintura cinza nas paredes internas, o que aumenta a sensação de desconforto. Desta forma, pintar a sala de branco iria favorecer o conforto térmico, assim como a iluminação natural da sala e, conseqüentemente, a eficiência energética da escola através de estratégias passivas e reduzindo o consumo de energia elétrica do edifício.

Outra estratégia bastante utilizada é o plantio de vegetação nas paredes externas ou próxima as mesmas para amenizar o calor, principalmente nos meses mais quentes. A utilização de vegetação para proteger fachadas com grande insolação é uma estratégia usual nos climas quentes [6]. É necessário impedir a entrada direta dos raios solares no interior da edificação, aumentando o sombreamento e evitando o efeito estufa no ambiente, melhorando conseqüentemente o conforto térmico e evitando o uso de condicionamento artificial e assim diminuindo a demanda por energia elétrica.

Dessa forma, o projeto de um edifício deve relacionar conforto ambiental e eficiência energética, com o objetivo de reduzir a demanda por energia elétrica [16], além de proporcionar através da adoção de estratégias passivas melhor qualidade de vida para os habitantes do edifício.

VI.

CONCLUSÃO

Nas condições experimentais de análise *in situ* das duas salas de aulas, observou-se resultados insatisfatórios de conforto térmico, quanto as mensurações e percepção dos estudantes questionados.

A ventilação cruzada, umas das estratégias sugeridas para o conforto térmico da zona bioclimática número 8, não é eficiente, sendo necessária a utilização de ventilação artificial complementar para promover conforto térmico requerido na realização das atividades de ensino e de aprendizagem, aumentando o gasto energético do edifício.

Há demanda para que os projetos arquitetônicos, execução ou reforma construtiva, que se considere a orientação geográfica e o *design* para melhor aproveitamento da iluminação e da ventilação natural, preconizando a saúde ambiental, o rendimento de escolar e a eficiência energética. A utilização de estratégias passivas relacionadas ao condicionamento térmico implicam na redução de consumo, conseqüente decréscimo de custos de energia elétrica e ampliação da eficiência energética.

REFERÊNCIAS

- [1] R. F. S. Paes, L. E. G. Bastos, “Qualidade ambiental na edificação: o caso das escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo”, Paranoá, n. 12, p. 131-140.2012.
- [2] S. A. Ghita, T. Catalina, “Energy efficiency versus indoor environmental quality in different Romanian countryside schools”. *Energy and Buildings*, v. 92, p. 140-154, 2015.
- [3] N.L.F.Campos ,M.C.J.A. Nogueira, J.A. Lambert, L.C. Durante, “Avaliação De Desempenho Térmico De Edificação Pública Em Cuiabá, MT: ESTUDO DE CASO”. *Revista Monografias Ambientais*, v. 7, n. 7, p. 1670-1688, 2012.
- [4] S. S. M. Viana, “Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP”. 2013. 216 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.
- [5] M. Russi, E. Vettorazzi, J. C. P. dos Santos, G. R. Zófoli R. M. D., Soares, “Estratégias construtivas na busca de conforto térmico e eficiência energética em edificações unifamiliares de interesse social nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 brasileiras”. *Revista de Arquitetura IMED*, v. 1, p. 113-121.2013.
- [6] M. Russi, K.M. Da Rocha, “Arquitetura do espaço escolar, adequação da edificação aos parâmetros ambientais: estudo de caso Ctism-Colégio Técnico Industrial de Santa Maria-Scholar spaces architecture, adequation of edification environmental parameters: case study of Ctism”. *Revista de Gestão e Avaliação Educacional*, v. 3, n. 6, p. 43-62, 2014.
- [7] A.J.F. Vaz, D. Ferreira, E. Luso, S. Fernandes, “Exemplos de soluções bioclimáticas existentes na construção tradicional da região transfronteiriça Norte de Portugal Castela e Leão”. In: *2014 Congresso Latinoamericano sobre Patologia de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio (REHABEND 2014)*
- [8] D. F. F. Amorim, S. M. Silva, M. G. Almeida, “Definição de estratégias de ventilação natural para assegurar a qualidade do ar interior de um edifício”. In: *2014 Congresso Latinoamericano sobre Patologia de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio (REHABEND 2014)*.
- [9] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015, Out 31). NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse. Rio de Janeiro, 2003.23 p
- [10] IBGE. “Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, (2015, out 13).” “Mapas de Climas do Brasil”. [Online] Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf.
- [11] INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, (2015, Nov 13) ”Conforto térmico humano”. [Online] Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortoTermicoHumano>.
- [12] J. H. Ochoa, D., L. Araújo, M. A. Sattler, “Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. *Ambiente Construído*”, v. 12, n. 1, p. 91-114, Mar. 2012.
- [13] GNU, (2015, Out 13) “PSPP Users’ Guide”. [Online] Disponível em: <https://www.gnu.org/software/pspp/manual/pspp.pdf>.
- [14] V. DE Giuli, O. Da Pos, M. De Carli, “Indoor environmental quality and pupil perception in Italian primary schools”. *Building and Environment*, v. 56, p. 335-345, 2012
- [15] L. C. De Bortoli, N. N. B. Caldera, “Avaliação Qualitativa Do Conforto Térmico E Da Eficiência Energética Em Edificação Escolar De São Miguel Do Oeste, Sc: Estudo De Caso”. *Unesc & Ciência-ACET*, p. 35-42, Abr.2014.
- [16] M. C. Katafygiotou, D. K. Serghides, “Thermal comfort of a typical secondary school building in Cyprus”. *Sustainable Cities and Society*, v. 13, p. 303-312, 2014.